

LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
PRARANCANGAN PABRIK FENOL FORMALDEHIDA
DENGAN KATALIS ASAM (RESIN NOVOLAK)
KAPASITAS 25.000 ton/tahun



Oleh:
Muhammad Prasojo Novianto
D 500 090 022

Dosen Pembimbing:
Ir. Haryanto.A.R, M.S.
Emi Erawati, S.T, M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

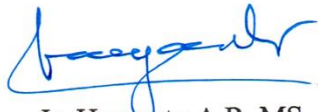
NAMA : Muhammad Prasojo Novianto
NIM : D 500 090 022
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Fenol Formaldehida dengan katalis
Asam (Resin Novolak) Kapasitas 25.000Ton/Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Haryanto.A.R., M.S.
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

Surakarta, April 2016

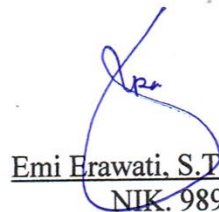
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Haryanto.A.R. MS.
NIP. 196 307 051 990 031 002



Emi Erawati, S.T., M.Eng.
NIK. 989

HALAMAN PENGESAHAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA

NAMA : Muhammad Prasojo Novianto
NIM : D 500 090 022
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Fenol Formaldehida dengan katalis
Asam (Resin Novolak) Kapasitas 25.000Ton/Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Haryanto.A.R.,M.S.
2. Emi Erawati, S.T.,M.Eng.


Surakarta, 21 April 2016

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Haryanto.A.R., MS.
NIP. 196 307 051 990 031 002


Emi Erawati, S.T., M.Eng.
NIK. 989

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK: 892

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK FENOL FORMALDEHIDA
DENGAN KATALIS ASAM (RESIN NOVOLAK)
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

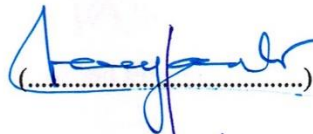
Oleh:

MUHAMMAD PRASOJO NOVIANTO
D500090022

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari jumat, 26 februari 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Haryanto A.R., M.S.
(Ketua)




(.....)

2. Muhammad Mujiburohman S.T., M.T., Ph.D.
(Penguji I)



(.....)

3. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.
(Penguji II)



(.....)

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682



PERNYATAAN ORIGINAL KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Prasajo Novianto
NIM : D 500 090 022
Jenis : Skripsi
Judul : Prarancangan Pabrik Fenol Formaldehida dengan katalis Asam (Resin Novolak) Kapasitas 25.000Ton/Tahun
Pembimbing : 1. Ir. Haryanto A.R., M.S.
2. Emi Erawati, S.T, M.Eng.

Menyatakan bahwa tulisan ini adalah merupakan hasil karya saya sendiri, segala kutipan dalam bentuk apapun telah mengikuti kaidah, etika yang berlaku. Mengenai isi dan tulisan adalah merupakan tanggung jawab penulis, bukan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dengan penuh kesadaran.

Surakarta, 14 April 2016



(Muhammad Prasajo Novianto)

INTISARI

Resin Novolak adalah salah satu jenis dari resin fenol formaldehida yang dalam pembuatannya menggunakan katalis asam. Resin novolak ini mempunyai beberapa kegunaan, antara lain digunakan sebagai lak, bahan laminating, bahan perekat kayu, pernis serta digunakan pula dalam panel dinding dekorasi. Kebutuhan resin novolak sendiri di Indonesia masih tergolong cukup tinggi, dari tahun 2009 sampai 2014 setiap tahun mengalami peningkatan. Kapasitas pabrik resin novolak yaitu 25.000 ton/tahun, beroperasi selama 330 hari, bahan baku fenol dan formaldehida dengan perbandingan 1:0,8 dan menggunakan katalis asam sulfat. Reaksi pembentukan merupakan reaksi eksotermal yang terjadi di reaktor CSTR, fase cair-cair, *irreversible* dengan kondisi reaksi dijaga pada suhu 95°C (*isothermal*) dan tekanan 1 atm.

Pabrik Resin Novolak berkapasitas 25.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku fenol sebanyak 2.419,603 kg/jam, formaldehida sebanyak 768,041 kg/jam serta katalis asam sulfat sebanyak 173,184 kg/jam. Pabrik resin novolak ini membutuhkan air sebanyak 34.476,64 kg/jam yang diperoleh dari sungai. Kebutuhan saturated steam sebanyak 4.298,467 kg/jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar solar sebanyak 0,3747 m³/jam. Sedangkan listrik didapat dari PLN dan generator berkapasitas 3500 KW sebagai cadangan, dengan bahan bakar sebanyak 344,139kg/jam. Kebutuhan udara bertekanan sebanyak 56,0736 m³/jam . Pabrik ini direncanakan akan berdiri di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 15.000 m² dan jumlah karyawan 139 orang.

Dari analisis ekonomi, pabrik resin novolak ini membutuhkan modal tetap sebesar US \$ 31.226.814,88 dan modal kerja sebesar US \$ 11.277.436,33. Keuntungan sebelum pajak sebesar US \$ 12.153.334,21/th. Keuntungan sesudah pajak sebesar 9.722.667,37/th. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 39% dan setelah pajak sebesar 31%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,04 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 2,43 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 47% kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29% kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 43%. Berdasarkan data-data di atas maka pabrik resin novolak ini cukup menarik untuk didirikan.

Kata kunci : Fenol, Formaldehida, Asam Sulfat

ABSTRACT

Novolak resin is one kind of phenol formaldehyde resins in the manufacture using an acid catalyst. Novolak resins has several uses, among others, are used as lacquers, laminating materials, wood adhesives, varnishes and is also used in wall decoration panel. Needs novolak resin itself in Indonesia is still quite high, from 2009 to 2014 every year has increased. Novolak resin plant capacity is 25,000 tons / year, all operating for 330 days, the raw material phenol and formaldehyde, with the ratio of 1: 0.8 and the use of sulfuric acid catalyst. Reaction formation is an exothermic reaction that occurs in the reactor CSTR, liquid-liquid phase, irreversible with the reaction conditions are maintained at a temperature of 95 ° C (isothermal) and a pressure of 1 atm.

Novolak resin factory with a capacity of 25,000 tonnes / year of phenol requires raw materials as much as 2419.603 kg / hour, formaldehyde as much as 768.041 kg / hour and sulfuric acid catalyst as much as 173.184 kg / hour. This novolak resin plant needs water as much as 34476.64 kg / h obtained from the river. Saturated steam needs as much as 4298.467 kg / h obtained from the boiler with diesel fuel as much as 0.3747 m³ / h. While electricity obtained from the PLN and a capacity of 3500 KW generator as a backup, with as much fuel as 344,139kg / h. Compressed air needs as much as 56.0736 m³ / h. The factory is planned to be established in the industry Gresik, East Java, with a land area of 15,000 m² and the number of employees 139 people.

From the analysis of the economic, novolak resin plant requires capital of US \$ 31,226,814.88 fixed and working capital of US \$ 11,277,436.33. Profit before tax of US \$ 12,153,334.21 / th. Profits after tax of 9,722,667.37 / year. The feasibility analysis is a result that Percent Return On Investment (ROI) before taxes by 39% and after tax of 31%. Pay Out Time (POT) before tax of 2.04 years, while after tax of 2.43 years. Break Even Point (BEP) at 47% capacity, and Shut Down Point (SDP) at 29% capacity. Discounted Cash Flow (DCF) by 43%. Based on the data above, the novolak resin plant is quite interesting to be established.

Keywords: Phenol, Formaldehyde, Sulfuric Acid

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Tugas Akhir ini berjudul **Prarancangan Pabrik Fenol Formaldehida Dengan Katalis Asam (Resin Novolak) Kapasitas 25.000 Ton/Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri kimia di masa depan bagi Indonesia.

Penyelesaian laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih banyak, terutama kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Bapak Ir. H. Haryanto.A.R, M.S., selaku Dosen Pembimbing I
3. Ibu Emi Erawati, ST, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II

4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahannya
5. Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungannya
6. Adik-adikku yang selalu memberikan semangat
7. Sahabat-sahabat yang selalu memberiku semangat dan dorongan untuk terus maju pantang menyerah
8. Teman-teman Teknik Kimia UMS, khususnya angkatan 2009 yang selalu memberikan dorongan dan motivasi
9. Dan semua pihak yang telah mendukung tugas akhir kami dari awal hingga akhir yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan naskah pendadaran tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada salah kata, dan terima kasih.

Wassalamu'alaiikum Wr. Wb.

Surakarta, Februari 2016

Penyusun

MOTTO

“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S. Al-Mujadalah: 11)

“Cukuplah Allah sebagai penolong kami, dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(Q.S. Al-Imron: 173)

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

“ Tidak ada masalah yang tidak bisa diselesaikan selama ada komitmen bersama untuk menyelesaikannya.”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Perjuangan langkah cita dan harapan ini tak akan berarti tanpa mereka yang senantiasa menjadi bagian dalam hidupku. Karya ini kupersembahkan kepada:

- ❖ *Ibu dan Bapak tercinta, terima kasih atas segala do'a, dukungan, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran dan pendidikan yang telah diberikan selama ini yang tak ada henti-hentinya.*
- ❖ *Adik-adik tercinta, terima kasih atas segala do'a dan dukungannya.*
- ❖ *Kekasih tercinta, terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, dan bantuan nya selama pengerjaan TPP ini.*
- ❖ *Taofik N. Sebagai team partner dalam mengerjakan TPP*
- ❖ *Sahabat-sahabatku yang selalu memberikan dorongan dan motivasi Dimas, Irfan, Tutur, Andri (gambreng), M. Zainul (ipin), wibi, dan Rohmad*
- ❖ *Teman-temanku yang luar biasa Alfian, Miko, Rizal, Ajeng, dan Wahyu semoga kedepannya kita bisa sukses dunia dan akherat*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Kimia Angkatan 2009 akhirnya aku bisa mengikuti jejak kalian*
- ❖ *Dosen dan Karyawan Program studi Teknik Kimia*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Pabrik	2
1.3. Lokasi Pendirian Pabrik.....	6
1.4. Tinjauan Pustaka	9
1.4.1. Macam-macam Proses Produksi Fenol Formaldehida Resin .	9
1.4.1.1. Resin Fenol Formaldehida dengan Katalis Basa.....	9
1.4.1.2. Resin Fenol Formaldehida dengan Katalis Asam	10
1.4.2. Kegunaan Produk	11
1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia	11
1.4.3.1. Bahan Baku	11
1.4.3.2. Bahan Pembantu.....	14
1.4.3.3. Produk	15

BAB II. DISKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan dan Produk	17
2.1.1. Bahan Baku.....	17
2.1.2. Bahan Baku Pembantu	17
2.1.3. Produk	17

2.2. Konsep Reaksi	18
2.2.1. Dasar Reaksi	18
2.2.2. Mekanisme Reaksi	18
2.2.3. Tinjauan Kinetika Reaksi	19
2.2.4. Tinjauan Termodinamika.....	19
2.3. Diagram Alir Proses.....	21
2.3.1. Langkah Proses	21
2.3.2. Diagram Alir Kualitatif.....	24
2.3.3. Diagram Alir Kuantitatif.....	25
2.4. Neraca Massa dan Panas	26
2.4.1. Neraca Massa.....	26
2.4.2. Neraca Panas.....	30
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	37
2.5.1. Tata Letak Pabrik.....	37
2.5.2. Tata Letak Peralatan	41

BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki	44
3.2. Reaktor	47
3.3. Dekanter	50
3.4. Menara Distilasi	50
3.5. Flas Drum	53
3.6. Absorber.....	53
3.7. Heater.....	54
3.8. Cooler.....	57
3.9. Kondensor	63
3.10 Reboiler.....	65
3.11 Pompa	68

BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses	84
----------------------------------	----

4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air	85
4.1.2. Unit penyediaan <i>steam</i>	98
4.1.3. Unit penyediaan listrik	102
4.1.4. Unit penyediaan bahan bakar	106
4.1.5. Unit penyediaan udara bertekanan	107
4.1.6. Unit pengolahan limbah	108
4.1.7. Laboratorium	109
4.1.8. Spesifikasi Alat Utilitas	112
4.1.9. Diagram Pengelolaan Air Sungai	121

BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan	122
5.2. Struktur Organisasi	123
5.3. Tugas dan Wewenang	124
5.3.1. Pemegang saham	124
5.3.2. Dewan komisaris	124
5.3.3. Dewan Direksi	125
5.3.4. Staf ahli	126
5.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)	126
5.3.6. Kepala Bagian	127
5.3.7. Kepala Seksi	130
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	130
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	132
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	132
5.6.1. Penggolongan Jabatan	132
5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji	133
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	136

BAB VI. ANALISIS EKONOMI

6.1. <i>Total Fixed Capital Investment</i>	145
6.2. <i>Working Capital</i>	146

6.3. <i>Manufacturing Cost</i>	146
6.4. <i>General Expense</i>	147
6.5. Analisis Ekonomi	147
6.5.1. <i>Return on investment</i>	147
6.5.2. <i>Pay out time</i>	148
6.5.3. <i>Break even point</i>	149
6.5.4. <i>Shut down point</i>	151
6.5.5. <i>Discounted cash flow</i>	151
BAB VII. KESIMPULAN	154
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Resin Novolak Indonesia	3
Tabel 1.2. Pabrik Resin Novolak di Dunia	5
Tabel 1.3. Industri Pengguna Resin Novolak	8
Tabel 2.1. Data ΔH_f^0 Masing-Masing Komponen	20
Tabel 2.2. Arus Neraca Massa Tiap Komponen	26
Tabel 2.3. Neraca Massa di Sekitar Reaktor 1 (R-01)	27
Tabel 2.4. Neraca Massa di Sekitar Reaktor 2 (R-02)	27
Tabel 2.5. Neraca Massa di Sekitar Dekanter (Dc-01)	28
Tabel 2.6. Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi 1 (MD-01)	28
Tabel 2.7. Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi 2 (MD-02)	29
Tabel 2.8. Neraca Massa di Sekitar Flash Drum (FD-01)	29
Tabel 2.9. Neraca Massa di Sekitar Absorber (Abs-01)	29
Tabel 2.10. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater</i> 1 (HE-01)	30
Tabel 2.11. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater</i> 2 (HE-02)	30
Tabel 2.12. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> 3 (CO-03)	31
Tabel 2.13. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> 4 (CO-04)	31
Tabel 2.14. Neraca Panas di Sekitar Reaktor 1 (R-01)	32
Tabel 2.15. Neraca Panas di Sekitar Reaktor 2 (R-02)	32
Tabel 2.16. Neraca Panas di Sekitar Dekanter (Dc-01)	33
Tabel 2.17. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater</i> 3 (HE-03)	33
Tabel 2.18. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 1 (MD-01)	34
Tabel 2.19. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> 2 (Co-02)	34
Tabel 2.20. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> 1 (Co-01)	35
Tabel 2.21. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 2 (MD-02)	35
Tabel 2.22. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> 5 (Co-05)	36

Tabel 2.23. Neraca Panas di Sekitar <i>Flash Drum</i> (FD-01)	36
Tabel 2.24. Neraca Panas di Sekitar Absorber (Abs-01)	36
Tabel 2.25. Perincian Luas Bangunan Pabrik	39
Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin	92
Tabel 4.2. Kebutuhan Air untuk Umpan <i>Steam</i>	93
Tabel 4.3. Kebutuhan Air Proses	93
Tabel 4.4. Kebutuhan Air Domestik	93
Tabel 4.5. Kebutuhan Listrik untuk Proses	103
Tabel 4.6. Kebutuhan Listrik untuk Unit Utilitas	104
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kerja Kelompok <i>Shift</i>	131
Tabel 5.2. Jumlah Golongan <i>Supervision</i> dan Besarnya Gaji.....	134
Tabel 5.3. Jumlah Golongan <i>Labor</i> dan Besarnya Gaji	135
Tabel 6.1. <i>Cost Index Chemical Plant</i>	143
Tabel 6.2. <i>Fixed Capital Investment</i>	145
Tabel 6.3. <i>Working Capital</i>	146
Tabel 6.4. <i>Manufacturing Cost</i>	146
Tabel 6.5. <i>General Expenses</i>	147
Tabel 6.6. <i>Fixed cost</i>	149
Tabel 6.7. <i>Variable cost</i>	149
Tabel 6.8. <i>Regulated cost</i>	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Jumlah Impor Novolak Indonesia dan Tahun Impornya.....	3
Gambar 1.2. Kebutuhan Novolak di Dunia.....	4
Gambar 1.3. Reaksi Pembentukan Resol	10
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	24
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	25
Gambar 2.3. Diagram Alir Proses	26
Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik	40
Gambar 2.5. Tata Letak Alat Proses Pabrik Resin Novolak	43
Gambar 4.1. Diagram Pengelolaan Air Sungai	121
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	138
Gambar 6.1. Hubungan antara <i>Cost Index</i> dengan Tahun	144
Gambar 6.2. Analisis Ekonomi	152